

E4863-01EK

A NON-CONTACT INFORMATION MEDIUM AND
COMMUNICATION SYSTEM UTILIZING THE SAME

SECRET

T O C

また、本発明は、一般には、通信システムに係り、特に、非接触情報媒体を利用するデータ通信システムに関する。「非接触情報媒体」とは、ＩＣチップなどの情報記録モジュールを備え、リーダライタなどの外部装置と非接触に交信する媒体である。従って、非接触であれば、電波の波長を問わず、また、通信距離の長さも問わない。

ICチップを内蔵した非接触情報媒体の典型的なものは、例えば、マイクロ波を利用してリーダライタと交信する非接触ICカードである。なお、本出願においては、「ICカード」は、スマートカード、インテリジェントカード、チップインカード、マイクロサーキット（マイコン）カード、メモリーカード、スーパーカード、多機能カード、コンビネーションカードなどを総括している。

また、ＩＣチップを内蔵した非接触情報媒体はその形状がカードに限定されるものではない。従って、それはいわゆるＩＣタグも含む。ここでは、「ＩＣタグ」は、ＩＣカードと同様の機能を有するが、切手サイズやそれ以下の超小型やコイン等の形状を有する全ての情報記録媒体を含むものである。

さて、ICカードは、カードに内蔵されているICチップとリーダライタとの通信方法に従って、接触型と非接触型に分類することができる。このうち、非接触型は、リーダライタとの接点がないので接触不良がなく、リーダライタから数cm乃至数十cm離れた移動使用が可能で、汚れ、雨、静電気に強いなどの特徴があり、今後ますますその需要は高まるものと予想されている。

非接触 I C カードは、リーダライタから受信した電波から電磁誘導によって動作電力を得ると共に、電波を利用してリーダライタとの間でデータを交換する。そして、非接触 I C カードは、通常、かかる電波を送受信するためのアンテナ（例えば、アンテナコイル）を I C チップとは別個独立の部材として形成して I C チップと接続している。

このように、アンテナと I C チップは別体であったために、従来の非接触 I C カードを実装するときには、両者を電氣的に接続しなければならなかった。しかし、微小な I C チップの端子とアンテナの接続は技術的困難性を伴う上に、接続点には可撓性のあるカードの使用時に特に応力が加わり断線の原因となっていた。また、I C チップ及びアンテナ保持の基板が必要となり、I C カードのコストアップの原因となっていた。更に、電氣的接続とアンテナ、I C チップの動作確認の検査はカードに I C チップとアンテナを実装して両者を接続してからでなければ行えなかったため、製造効率が悪かった。

一方、構成要素の小型化、多機能化の要請からアンテナコイルを I C チップに内蔵（オンチップ化）する（オンチップコイル方式）も考えられる。

この I C チップは、実装上の問題が少なく、また、構成要素の小型化には寄与するという長所を有する。

しかし、アンテナが小型になるため必然的に通信可能領域が小さくなり、I C チップに外付けする従来のカードサイズのアンテナを備えた I C カードに比べ適用範囲に制約があった。

また、リーダライタからカードへの電力供給とデータ伝送には、周波数 f_c （例えば、 $f_c = \text{数 } 100 \text{ KHz} \sim \text{数 } 10 \text{ MHz}$ など）の高周波キャリア信号が用いられる。一方、カードからリーダライタへのデータ伝送には、上記キャリア周波数をそのまま用いる方法もあるが、より S/N （信号対雑音比）を改善し、通信の信頼性を向上するものとして、 f_c より充分低い周波数のサブキャリア周波数 f_{sc} （例えば、 $(f_{sc} = 1/16 \sim 32) \cdot f_c$ など）により、 f_{sc} を変調する方法が取られている。

また、従来の非接触 I C カードはリーダライタと無線通信を行うためには、非接触 I C カードのアンテナ（例えば、アンテナコイル）はリーダライタのアンテナ（例えば、アンテナコイル）と平行にかつその真上に配置することが必要であった。例えば、非接触 I C カードがリーダライタの真上にあっても、非接触 I C カードのアンテナコイルがリーダライタのアンテナコイルの法線方向に対して傾斜すれば通信距離は傾斜角度に応じてアンテナの指向性に起因して短くなり、両アンテナコイルの法線方向が直交すれば通信不能になってしまう。

更に、非接触 I C カードをリーダライタのアンテナ真上から離間すると両者はアンテナの指向性により交信できず、結局、通信可能領域はリーダライタのアンテナの真上の一定の領域に限定されていた。

このように、従来の非接触 I C カードとリーダライタとの通信には、アンテナの指向性に基づく傾斜角度の制約、通信可能領域の制約、通信距離の制約が存在しており、また、通信可能領域は目に見えないので、非接触 I C カードのユーザーにとって操作性が悪く、迅速な読み取りも達成できなかった。

SUMMARY OF THE INVENTION

本発明は、このような従来の課題を解決する新規かつ有用な非接触情報媒体を提供することを概括的な目的とする。

より特定的には、本発明は、コイルオンチップ方式の特長を備えると共に、その通信距離を簡易な方法で延長することができる非接触情報媒体を提供することを目的とする。

また、本発明は、製造効率の高い非接触情報媒体を提供することを別の目的とする。

また、本発明は、通常の I C チップを製造する工程に何ら新規な工程を追加せずに従来の I C チップ製造装置をそのまま利用して無線通信可能な非接触 I C モジュールを製造することができる非接触情報媒体の製造方法を提供することを更に別の目的とする。なお、ここで「非接触 I C モジュール」とは、一般に、I C

チップとＩＣチップと外部装置との非接触交信手段であるコイルやアンテナ等が結合したものを意味し、モノリシックＩＣ構造のオンコイルＩＣチップやＩＣチップとコイルがＩＣ表面や同一基板に積載されて一体構造の形態を有する全てのものを含む。なお、非接触ＩＣモジュールは広義にはその通信手段を問わないが、本出願では電（磁）波を媒介として交信するものとする。

かかる目的を達成するために、本発明の非接触情報媒体は、外部装置と電磁誘導を利用して無線通信をすることができる第１のコイルを有するブースター部と、当該ブースター部に非接触に電磁結合されて当該ブースター部と無線通信可能な非接触ＩＣモジュールとを有し、前記非接触ＩＣモジュールは、ＩＣチップと、

当該ＩＣチップに接続されると共に、前記外部装置との無線通信の結果として前記第１のコイルに生成された誘導電流から電磁誘導によって誘導電流を生成することができる前記第１のコイルよりも小さい第２のコイルとを有する。

また、本発明の非接触情報媒体は、第１の通信距離を有して外部装置との間で無線通信することができる第１の通信部を有するブースター部と、当該ブースター部と無線通信することができる非接触ＩＣモジュールとを有し、前記非接触ＩＣモジュールは、ＩＣチップと、当該ＩＣチップに接続されると共に、前記第１の通信距離よりも短い第２の通信距離を有して前記第１の通信部と無線通信をすることができる第２の通信部とを有する。

また、本発明の非接触情報媒体は、非接触ＩＣモジュールと、当該非接触ＩＣモジュールを保護して所定の形状を有する成形体とを有する。

また、本発明の非接触情報媒体の製造方法は、ＩＣチップとアンテナとを有する無線通信可能な非接触ＩＣモジュールを形成する工程と、当該非接触ＩＣモジュールの通信距離を延長して前記非接触ＩＣモジュールと外部装置との無線通信を可能にするブースター部を形成する工程と、前記非接触ＩＣモジュールと前記ブースター部を非接触的に結合する工程とを有し、前記非接触ＩＣモジュールを形成する工程は前記ＩＣチップの構成素子間を接続する配線工程を含み、当該配

線工程は、前記 I C チップ用の配線パターンと前記アンテナのパターンを有するマスクを使用して、前記 I C チップの配線と前記アンテナの形成を同時に行う。

また、本発明の無線通信可能な非接触 I C モジュールを製造する方法は、標準的な M O S 半導体製造工程においてゲートを形成する工程と、ソース及びドレインを形成する工程と、前記ゲート、ソース、ドレインその他の回路要素間の構成要素を配線する工程とを有し、前記配線工程は、当該配線のパターンと当該非接触 I C モジュールの無線通信を可能にするアンテナのパターンを有するマスクを使用して、前記 I C チップの配線と前記アンテナの形成を同時に行う。

また、本発明の検査システムによれば、非接触 I C モジュールと非接触に交信することができる非接触プローブアンテナと、当該非接触プローブアンテナに接続されて当該非接触プローブアンテナが前記非接触 I C モジュールから受信した信号に基づいて当該非接触 I C モジュールを検査する検査装置とを有する。

また、本発明の非接触情報媒体の製造方法は、非接触プローブアンテナを用いて非接触 I C モジュールと非接触に交信する工程と、当該非接触プローブアンテナが前記非接触 I C モジュールから受信した信号に基づいて当該非接触 I C モジュールを検査する工程と、前記検査工程において所定の要件を満足する前記非接触 I C モジュールのみを基材に実装する工程とを有する。

本発明の非接触情報媒体によれば、非接触 I C モジュールはブースター部を介して実質的に外部装置と交信することができる。従って、ブースター部が外部装置と交信でき、非接触 I C モジュールがブースター部と交信できる限り、非接触 I C モジュールは直接に外部装置と交信できるような通信距離を有する必要はない。また、非接触情報媒体は成形体として形成されてもよい。

また、本発明の非接触情報媒体の製造方法及び無線通信可能な非接触 I C モジュールを製造する方法によれば、通常の I C チップ及びそのパッケージを製造する半導体製造プロセスにより前記アンテナの形成を同時に行うことができる。

特に、CSP (chip scale package) と呼ばれる製造方法における再配線層の利用

また、本発明の検査システムは、ウェハ状態でも非接触的に非接触 I C モジュールを検査することができる。更に、本発明の非接触情報媒体の製造方法は、かかる非接触検査法を使用することができる。

さらに、本発明は、このような従来の課題を解決する新規かつ有用な通信システム及びかかる通信システムに使用される通信補助装置を提供することを概括的な目的とする。

より特定のには、本発明は、従来と同様又はそれ以上の通信の信頼性を確保しつつ通信距離を伸ばすことができる通信システム及びかかる通信システムに使用される通信補助装置を提供することを目的とする。

また、本発明は、従来よりも動作電力の省力化を達成することができる通信システム及びかかる通信システムに使用される通信補助装置を提供することを目的とする。

また、本発明は、非接触情報媒体と外部装置との間のアンテナの指向性に基づく傾斜角度の制約、通信領域の制約、通信距離の制約を簡単かつ安価に緩和する通信システム及びかかる通信システムに使用される通信補助装置を提供することを別の目的とする。

かかる目的を達成するために、本発明の第 1 の側面の通信システムは、非接触情報媒体と、キャリア周波数としての第 1 の周波数 f_c を有するキャリアを利用して前記非接触情報媒体と通信をすることができる外部装置と、前記第 1 の周波数 f_c を利用して生成された当該第 1 の周波数 f_c とは異なる第 2 の周波数 f_{sc} を増強することができ、前記外部装置に電磁結合された通信補助装置とを有する。

また、本発明の第2の側面の通信システムは、非接触情報媒体と、キャリア周波数としての第1の周波数^(f_c)を有するキャリアを利用して前記非接触情報媒体と通信をすることができる外部装置と、前記第1の周波数^(f_c)を増強することができ、前記外部装置に電磁結合された第1の通信補助装置と、前記第2の周波数^(f_{sc})を増強することができ、前記外部装置に電磁結合された第2の通信補助装置とを有する。

また、本発明の通信補助装置は、基材と、外部装置が非接触情報媒体とキャリア周波数としての第1の周波数^(f_c)を有するキャリアを利用して前記非接触情報媒体と通信をすることができる場合に前記第1の周波数^(f_c)を利用して生成された当該第1の周波数とは異なる第2の周波数^(f_{sc})を増強することができ、前記基材に結合されると共に前記外部装置に電磁結合された通信部とを有する。

本発明の一つの側面の通信システム及び通信補助装置によれば、非接触情報媒体は外部装置と直接に又は通信補助装置を介して無線通信を行う。通信補助装置^(第1及び、又は)は第2の周波数を増強して非接触情報媒体と外部装置との通信を補助することができる。

一つ の側面の通信システムにおいては、通信補助装置は、非接触情報媒体と外部装置との間の通信を中継する場合に単に周波数を増強するだけでこれを変更しない。通信補助装置のアンテナと外部装置のアンテナの法線方向を一致させれば外部装置の通信可能距離は延長される。通信補助装置のアンテナを外部装置のアンテナの法線方向に対して傾斜させれば非接触情報媒体の外部装置に対する傾斜可能な角度は増加する。通信補助装置は一以上の共振回路を有し、各共振回路は第2の周波数に共振することができる。選択的に、通信補助装置に増幅器を設けて無線通信に使用される電波を増幅してもよい。

本発明の他の目的及び更なる特徴は、以下、添付図面を参照して説明される実施例により明らかにされる。

BRIEF DESCRIPTIONS OF THE DRAWINGS.

図 1 は、本発明の非接触情報媒体 10 の構成とリーダライタ 1 との関係を示すブロック図である。

図 2 は、本発明の別の実施例の非接触情報媒体 10 A の構成を示すブロック図である。

図 3 は、本発明の更に別の実施例の非接触情報媒体 10 C の構成を示すブロック図である。

図 4 は、図 1 に示すブースター部 20 の具体的構成の一例を示す上面図である。

図 5 は、図 4 の A-A 線に沿った断面図である。

図 6 は、図 4 に示すブースター部の等価回路である。

図 7 は、図 4 とは別の具体的構成の例の等価回路を示す。

図 8 は、図 1 に示す非接触情報媒体 10 の非接触 IC モジュール 30 に使用可能なスパイラル平面コイルの上面図を示している。

図 9 は、図 1 に示す非接触情報媒体 10 における 2 つのコイルとコイルの位置関係を示す断面図である。

図 10 は、図 1 に示す非接触情報媒体 10 における 2 つのコイルとコイルの位置関係を示す別の例の断面図である。

図 11 は、図 1 に示す非接触情報媒体 10 における 2 つのコイルとコイルの位置関係を示す更に別の例の断面図である。

図 12 は、図 1 に示す非接触情報媒体 10 の非接触 IC モジュールに適用可能なオンコイル IC チップを示すブロック図である。

図 13 は、本発明の一実施例による樹脂成形体 50 の断面図である。

図 14 は、本発明の別の実施例による樹脂成形体 50 A の断面図である。

図15は、図14に示す樹脂成形体50Aの変形例である本発明の樹脂成形体50Bの断面図である。

図16は、図14に示す樹脂成形体50Aの更に別の変形例である本発明の樹脂成形体50Cの断面図である。

図17は、図13に示す樹脂成形体50の変形例である本発明の樹脂成形体50Dの断面図である。

図18は、本発明の別の実施例による非接触情報媒体10Cを示すブロック図である。

図19は、図18に示す非接触情報媒体10Cのブースター部の変形例を示すブロック図である。

図20は、本発明のオンコイルICチップ32Aの製造方法を説明するためのフローチャートである。

図21は、本発明のオンコイルICチップ32Aに適用可能な2層メタル構造を示す断面図である。

図22は、本発明のオンコイルICチップ32Aに適用可能な3層メタル構造を示す断面図である。

図23は、本発明のオンコイルICチップ32Aの別の製造方法を説明するための要部断面図である。

図24は、本発明のオンコイルICチップ32Aの更に別の製造方法を説明するための要部断面図である。

図25は、本発明の非接触ICモジュール30を検査する方法を説明する図である。

図26は、本発明の実施例の通信システムの構成を示す斜視図である。

図27は、図26に示す通信システムの非接触ICカードの構成を示すブロック図である。

図28は、図27に示す非接触ICカードの模式的概略図である。

図29は、図27及び図28に示す I C チップ各部のより詳細なブロック図である。

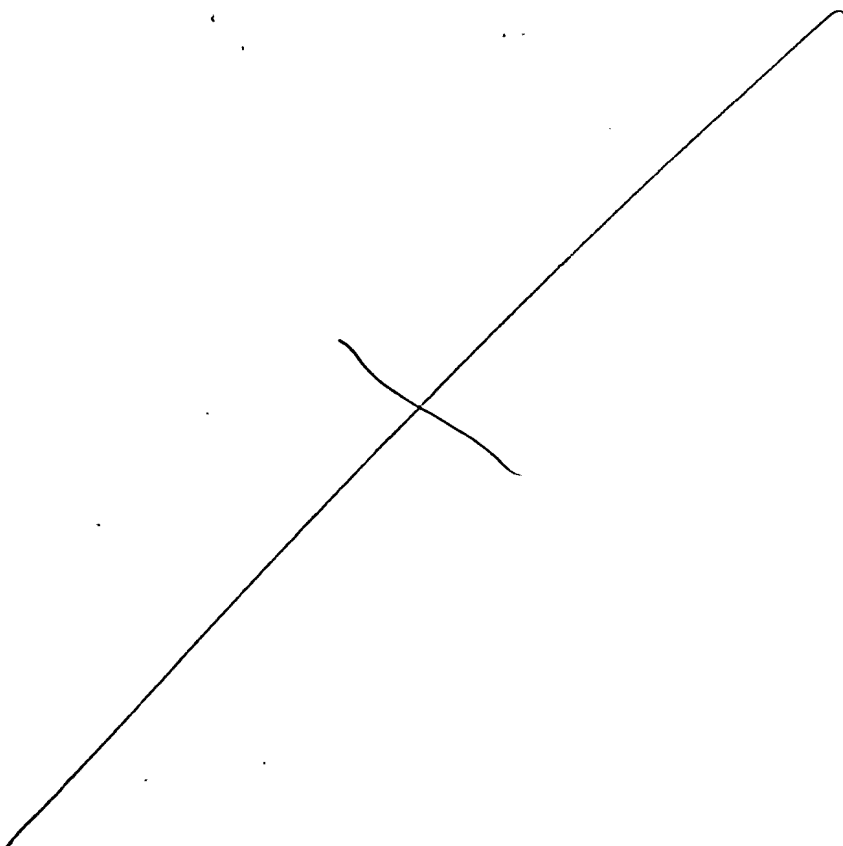
図30は、図27の非接触 I C カードから送信される信号の波形図の一例である。

図31は、図26に示す通信システムのリーダライタの構成を示すブロック図である。

図32は、図31に示すリーダライタの模式的概略図である。

図33は、本発明の通信システムに適用可能な図26の実施例の通信補助装置の概観回路構成図である。

図34は、図33の回路を実現するためのより具体的な通信補助装置の透視斜視図である。



DESCRIPTIONS OF THE PREFERRED EMBODIMENTS

以下、添付図面を参照して、本発明の非接触情報媒体を説明する。なお、各図において、同一の参照番号を付した部材は同一部材を表すものとし、また、同一の参照番号にアルファベットを付した部材は対応する変形部材を表すものとし、重複説明は省略する。また、特にことわらない限り、参照番号はアルファベットの付いた同一の参照番号の全てを総括しているものとする。

まず、図1乃至図5を参照して、本発明の非接触情報媒体10について説明する。図1は本発明の非接触情報媒体10の構成とリーダライタ1との関係を示すブロック図である。

本発明の非接触情報媒体10は、外部装置であるリーダライタ(R/W)1と電(磁)波を使用して交信する。また、非接触情報媒体10は、バッテリーを内蔵していてもよいが、内蔵バッテリーの劣化に伴うトラブルを回避すると共にチップを小型化するためにバッテリーレスとすることが好ましい。従って、以下、非接触情報媒体10は、電波を利用してリーダライタ1とデータを交換すると共に、リーダライタ1から受信した電波から電磁誘導によって動作電力を得るものとする。非接触情報媒体10は用途に合わせた任意の形状(例えば、ペンダント形状、コイン形状、キー形状、カード形状、タグ形状など)を有することができる。

このように、本発明の非接触情報媒体10は外部装置と非接触に無線交信することができるが、これは本発明が外部装置と接触して交信する機能を排除しているものではない。例えば、非接触情報媒体10は、接触ICチップを内蔵することにより、後に詳しく説明される非接触ICモジュール30と共に接触ICカード及び非接触ICカードの両機能を有するコンビネーションカードとして構成することができる。

また、本発明は、非接触情報媒体10が磁気ストライプを有するカード媒体に適用されることを妨げるものではない。この場合は、本発明の非接触情報媒体1

0 は、クレジットカード、キャッシュカードなどの磁気カードとしての機能を有することになる。さらに、選択的に、非接触情報媒体 10 には、エンボス、サインパネル、ホログラム、刻印、ホットスタンプ、画像プリント、写真などが形成されてもよい。

さて、リーダライタ 1 は、制御インタフェース部 (C N T I F) 2 とアンテナ部 (A N T) 3 とを有しており、所定のキャリア周波数 f_c を有する電波 W を非接触情報媒体 10 と送受信し、無線通信を利用して非接触情報媒体 10 と交信する。なお、電波 W は任意の周波数帯のキャリア周波数 f_c を使用することができる。リーダライタ 1 は、例えば、非接触 IC カード用のリーダライタとして構成することができ、制御インタフェース部 2 を介して更なる図示しない外部装置 (処理装置、制御装置、パーソナルコンピュータ、ディスプレイなど) に接続されている。

制御インタフェース部 2 は、例えば、アンテナコイルから構成されるアンテナ部 3 に接続されており、また、変調回路と復調回路を内蔵している。変調回路は、外部装置からのデータを、例えば、キャリア周波数の振幅を変えることにより (A S K 変調方式)、伝送信号に変換してアンテナ部 3 に送信する。また、復調回路はアンテナ部 3 を通じて非接触情報媒体 10 から受信した信号を基底帯域信号に変換してデータを得て、図示しない外部装置に送信する。なお、変調回路と復調回路は、当業界で周知の回路を使用することができるため、ここでは詳細な説明は省略する。

非接触情報媒体 10 は、ブースター部 20 と、ブースター部 20 に電磁結合された無線通信可能な非接触 IC モジュール 30 を基材 12 内に有する。基材 12 は、例えば、プラスチックから構成される。

ブースター部 20 は、リーダライタ 1 から電波 W を受信してこれを非接触 IC モジュール 30 へ送信し、また、非接触 IC モジュール 30 から電波 W を受信し

てこれをリーダライタ 1 へ送信することができる。従って、ブースター部 20 はリーダライタ 1 と非接触 IC モジュール 30 間の中継部としての機能を有する。後述するように、ブースター部 20 は電磁誘導を利用している。かかる、機能が

リーダライタ 1 と非接触情報媒体 10 との相互間で、

達成される限りブースター部 20 は任意の構成を採用することができる。

以下、図 1 を参照して、ブースター部 20 の構成の一例について説明する。同図に示すように、ブースター部 20 は、少なくとも一のアンテナコイル 22 と、好ましくはコンデンサ 24 とを有している。

リーダライタ 1 が受信する電波 W は磁束の変化としてコイル 22 に誘導電流を生成する。かかる誘導電流はコイル 22 に電磁結合されている後述する非接触 IC モジュール 30 のコイル 34 に誘導電流を生成する。また、コイル 22 はコイル 34 に流れる電流の変化により誘起された誘導電流から電波 W を生成して、リーダライタ 1 に送信することができる。

このように、コイル 22 はブースター部 20 においてリーダライタ 1 及び非接触 IC モジュールと交信することができる通信部として機能する。コイル 22 は、リーダライタ 1 と交信することができる所定の通信距離を有しており、その大きさは調節可能であるため、かかる所定の通信距離も必要に応じて調節することができる。このため、本発明の非接触情報媒体 10 が従来の非接触 IC カードの代替物として適用されるならば、上記所定の通信距離を従来の非接触 IC カードに求められる通信距離と同様の距離に設定することができる。例えば、通信距離を 10 mm 程度までにするのであればコイル 22 を小型とし、数 cm 程度であれば中型とし、10 cm 以上であれば大型にするなどである。

コイル 22 は、空心コイルであるスパイラル平面コイルや複スパイラルコイルとして構成することができる。また、コイル 22 はフェライトコアの付いた平面コイル又はフェライトバーアンテナとして構成することができる。

図 2 は、コイル 2 2 がフェライトバーアンテナコイル 2 6 として構成された非接触情報媒体 1 0 A を示している。同図に示す形状に拘らず、フェライトバーアンテナコイル 2 6 は丸形、角形、平板形など任意の形状を採用することができる。また、図 3 は、コイル 2 2 が 2 つのフェライトバーアンテナコイル 2 6 A 及び 2 6 B として構成された非接触情報媒体 1 0 B を示している。なお、図 2 及び図 3 については、後でより詳細に説明する。

コイル 2 2 は、銅やアルミニウムなどを使用したエッチング、プリント配線方式による印刷、ワイヤによる形成など当業界で周知ないずれの方法によっても形成することができる。

ブースター部 2 0 の通信部として使用されるアンテナの構成は、ブースター部 2 0 がリーダライタ 1 と交信することができる所定の通信距離を有している限り、アンテナコイル 2 2 に限定されないことはもちろんである。例えば、ダイポールアンテナ、モノポールアンテナ、ループアンテナ、スロットアンテナ、マイクロストリップアンテナなど当業界で周知のアンテナを適用することができる。このように、コイル 2 2 は、概念的には、通信手段を広く含むものとして理解することができる。

ブースター部 2 0 はコンデンサ 2 4 を更に有することができる。コンデンサ 2 4 は、後述するように、コイル 2 2 と協同してキャリア周波数 f_c に共振する共振回路を形成するのに役立つ。コンデンサ 2 4 はコイル 2 2 と同時に形成されることができる。また、コンデンサ 2 4 はコイル 2 2 と共に図示しないセラミック基板に集積化されてもよい。

図 4 乃至図 6 を参照して、図 1 に示すブースター部 2 0 の具体的構成の一例であるブースター部 2 0 A について説明する。ここで、図 4 はブースター部 2 0 A の上面図であり、図 5 は図 4 の A-A 線に沿った断面図である。図 6 は図 4 に示すブースター部 2 0 A の等価回路である。また、図 7 に、図 1 に示すブースター部

20の別の具体的構成例であるブースター部20Bの等価回路を示す。

図4に示すように、ブースター部20Aは、例えば、数10ミクロンの薄い誘電体フィルム28と、誘電体フィルム28を挟んで対向している一対のコンデンサ24A及び24Bと、誘電体フィルム28の一面においてのみコンデンサ24A及び24B間に形成されたコイル22Aと、誘電体フィルム28の他面においてコンデンサ24A及び24B間に形成されたコイル22Bとを有する。コイル22A及び22Bとは、図5に示すように、誘導体フィルム28を挟んで対向している。かかる2つのコンデンサ24A及び24Bを有する構成をとることにより、ブースター部20はスルーホールなどによる接続手段を設ける必要はなくなるという長所を有する。

誘電体フィルム28は、例えば、ポリエチレン、PET（ポリエチレンテレフタレート）から構成される。また、コンデンサ24A及び24Bは、例えば、銅板から構成される。更に、コイル22A及び22Bは、例えば、エッチングによって形成される。

さて、図4に示す構成要素の等価回路を図6に示す。ここで、コイル22Aの自己インダクタンスを L_1 、コイル22Bの自己インダクタンスを L_2 とすれば、合成自己インダクタンス L_r は $(L_1 + L_2)$ となる。かかる合成自己インダクタンス L_r が図1に示すコイル22の自己インダクタンスに相当する。同様にして、コンデンサ24Aの静電容量を C_1 、コンデンサ24Bの静電容量を C_2 とすれば、合成静電容量 C_r は、 $\{C_1 C_2 / (C_1 + C_2)\}$ となる。かかる合成静電容量 C_r が、図1に示すコンデンサ24の静電容量に相当する。

さて、図6に示す回路の共振周波数 f_r は、 $(1 / 2\pi) (L_r C_r)^{-1/2}$ となる。簡単のため $L_1 = L_2 = L$ 、 $C_1 = C_2 = C$ とすれば、上述の合成自己インダクタンスは $L_r = 2L$ 、 $C_r = C / 2$ となり、 $f_r = (1 / 2\pi) (LC)^{-1/2}$ となる。かかる値をキャリア周波数 f_c に一致させれば、図6に示す回路は f_c に共振して

コンデンサ 24 A 及び 24 B やコイル 22 A 及び 22 B に大きな共振電流を流すことができ、また、かかる共振電流を非接触的に非接触 IC モジュール 30 に供給することができる。

ブースター部 20 は図 6 に示す構成に限定されないことはいうまでもない。例えば、ブースター部 20 は、図 7 に示す等価回路を採用することもできる。図 7 は、図 4 に示すコイル 22 B を金属直線で置き換えてコイル 22 A のみ（コイル 22）としたブースター部 20 B の等価回路を示している。同図に示すように、図 6 のコイル 22 B は直線で置換され、コイル 22 A はコイル 22 となっている。L₂ を省略すれば共振周波数はすぐに求めることができることが理解されるであろう。

選択的に、図 1 に示すコンデンサ 24 の代わりに、複数のコンデンサをマッチング回路として設けてもよいし、また、コイル 22 にはノイズ除去用のシールドが設けられてもよい。

（図 1 を参照するように）

非接触 IC モジュール 30 は、メモリ 32-1 と、電源回路 32-3 と、復調回路と変調回路を含む送受信回路 32-4、図示しないクロックと、

ロジック制御回路 8, 32-2 とを内蔵している IC チップ 32 とコイル 34 とを基板 31 に搭載している。

また、IC チップ 32 はコイル 34 との図示しない一対の接続端子を有している。代替的に、IC チップ 32 はコイル 34 と一体化に構成されてもよい。かかる実施例については後述する。

本発明の非接触 IC モジュール 30 は上述したようにバッテリーを内蔵しておらず、電源回路 32-3 はコイル 34 が受信した電波から電磁誘導によってその動作電力を得る。送受信回路 32-4 の復調回路は、受信した電波を検波して

（基底帯域信号に復元する。また、送受信回路 32-4 の変調回
してデータも再生）

路は、 搬送波を送信データに応じて変化させてコイル 3 4 に送信する。変調方式は、例えば、キャリア（搬送）周波数の振幅を変える A S K、 などを使用することができる。

変調回路や復調回路はロジック制御回路 3 2-2 によって制御されて、クロックに同期して動作する。メモリ 3 2-1 はデータを保存する R O M、R A M、E E P R O M 及び／又は F R A M 等から構成される。非接触 I C モジュール 3 0 の構成要素の構成や動作は当業界で周知であるため詳しい説明は省略する。

I C チップ 3 2 はメモリ 3 2-1 に所定のデータを格納している。I C チップ 3 2 はリーダライタ 1 とかかるデータに基づいて交信したり、 ロジック制御回路 32-2 は所定の処理を行うことができる。例えば、 メモリ 3 2-1 は、I D 情報や所定額の電子マネーなどの価値や取引記録その他を格納することができ、 ロジック制御回路 は所定の取引（例えば、切符の購入や電子マネーの入金など）によりかかる価値を増減等する の処理も ことができる。

コイル 3 4 は I C チップ 3 2 に接続されると共にコイル 2 2 と非接触に電磁結合されている。コイル 3 4 とコイル 2 2 は互いに密着又は微小ギャップにより近接して配置される。

すなわち、両コイル間の結合は密であり、結合係数はできるだけ 1 に近いようにする。

コイル 3 4 は非接触 I C モジュール 3 0 における通信部として機能する。コイル 3 4 はコイル 2 2 に密接 して配置 ブースター部 2 0 の（コイル 2 2 の）通信距離に比べて非常に小さい。両コイルの配置の例については後述する。コイル 3 4 は、コイル 2 2 との配置、実装面積、その他の条件に応じて所望の寸法、形状、自己インダクタンス、相互インダクタンスを有する。例えば、上から見た場合にコイルの形状は円形に限定されず、四角形、楕円形などとしてもよい。

以下、図 2、図 3、図 9 乃至図 1 1 を参照して、コイル 3 4（又は後述するオンコイル I C チップ 3 2 A）とコイル 2 2 との位置関係について説明する。なお、

コイルは平面状に形成するだけでなく、3次元的に立体構造としてもよい。図9乃至図11は、それぞれ、コイル34とコイル22の異なる位置関係を示す断面図である。なお、図9乃至図11においては、作図の便宜上コイル34を拡大して表示してある。なお、図12を参照するに、
コイル34をICチップ32に内蔵したもので、内蔵されたコイルの大きさがコイル34よりも小さいという以外は機能的にコイル34と同様であるため、以下、コイル34に準じて説明する。

図2は、オン^(チップ)コイルIC 32A、フェライトバーアンテナ26として構成されたコイル22、及び、リーダライタ1のアンテナ3との関係を示している。好ましくは、上述したように、コンデンサ24とフェライトバーアンテナ26はキャリア周波数 f_c に共振する共振回路を構成している。

図2においては、アンテナ3からの電波Wから生じる磁束はフェライトバーアンテナ26に鎖交し、フェライトバーアンテナ26から生じる磁束はオン^(チップ)コイルIC 32A (内の図示しない内蔵コイル)と鎖交する。また、アンテナ3とフェライトバーアンテナ26との距離Hは、アンテナ3及びフェライトバーアンテナ26のそれぞれの通信可能距離 フェライ
トバーアンテナ26とオン^(チップ)コイルIC 32AとのギャップGはオン^(チップ)コイルICチップ32Aの通信可能距離に対応している。ギャップGは通信距離Hに対して非常に小さく ギャップGはゼロ (即ち、オン^(チップ)コイルIC 32Aをフェライトバーアンテナ26に密着した場合)を含む。
図2の構成とすることにより、オン^(チップ)コイルIC 32Aは通信距離が微小ギャップGでありながら、実質的にその通信距離が延長されてリーダライタ1と交信することができる。実際の使用にあつては、オン^(チップ)コイルIC 32Aとコンデンサ24とフェライトバーアンテナ26は、用途に応じた任意の形状を有する一の非接触情報媒体10Aに収納することができる。

図3は、図2に示す非接触情報媒体10Aの変形例である非接触情報媒体10

Bを示しており、図1に示すコイル22は2つのフェライトバーアンテナ26A及び26Bから構成されている。各フェライトバーアンテナは同一の大きさと形状を有して、それぞれ図2に示すフェライトバーアンテナ26に対応する。従って、オンチップコイルIC32Aとフェライトバーアンテナ26A及び26Bを鎖交する磁束が図2の場合よりも増大するので通信の信頼性が増加する。

なお、26A、26Bのバーアンテナを独立の共振回路としてもよい。

図9を参照するに、コイル22とコイル34は支持体40のそれぞれの面に接着されて互いの中心線は整列している。支持体40は、例えば、10ミクロン程度の膜厚を有するポリプロピレン、ポリエチレン、ポリエチレンテレフタレートなどからなるフィルムから構成される。

コイル22とコイル34とは両コイルが密結合となるように、支持体40に配置する。

図10は、作用的には図9と同様であるが、コイル22の内部にコイル34を配置した状態を示している。

更に、図11に示すように、コイル22の内側にコイル34のみならず、図12に示すオンチップコイルIC32Aに配置されてもよい。オンチップコイルIC32は図1に示すコイル34がICチップ32と一体化したものである。

コイル34は、コイル22と同様に、空心コイルであるスパイラル平面コイルや複スパイラルコイルとして構成することができる。また、コイル34はフェライトコアの付いた平面コイル又はフェライトバーアンテナとしても構成すること

ができる。

図 8 は、スパイラル平面コイル 3 6 として構成されたコイル 3 4 を示している。同図に示すように、スパイラル平面コイル 3 6 は I C チップ 3 2 と共に同一の基板 3 1 に載置されて、I C チップ 3 2 と一対の接続端子 3 3 において接続する。

コイル 3 4 は、コイル 2 2 と同様に、銅やアルミニウムなどを使用したエッチング、プリント配線方式による印刷、ワイヤによる形成など当業界で周知ないずれの方法によっても形成することができる。しかし、後述するように、本発明のコイル 3 4 を I C チップ 3 2 と一体化する場合には、

特徴的に、I C チップ 3 2 の製造工程あるいはパッケージ形成工程で、通常のチップあるいはパッケージを製造するのと同様にコイル 3 4 を形成することができる。

非接触 I C モジュール 3 0 の通信部として使用されるアンテナの構成は限定されず、また、通信手段を広く含むものとして理解することができる点はコイル 2 2 と同様である。

非接触 I C モジュール 3 0 は、I C チップ 3 2 とコイル 3 4 とを一つの基板 3 1 に搭載している。このため、非接触 I C モジュール 3 0 は、機能的には、それ自体で従来の非接触 I C カード又は I C タグ若しくは無線周波数 I D (R F I D : R a d i o F r e q u e n c y I d e n t i f i c a t i o n) と同様の機能を有する。しかし、従来の非接触 I C カードとは以下の点で相違している。

従来の非接触 I C カードは、コイル 3 4 に相当する部分がリーダライタ 1 と通信するためのアンテナコイルであったため、それはコイル 2 2 とほぼ同様の大きさと通信距離を有する必要があった。また、かかるアンテナコイルは I C チップよりもはるかに大きいために I C チップには搭載されずに別体で製造され、ワイ

ヤボンディング方式やTAB(Tape Automated Bonding)方式によって、あるいは、ICチップにバンプを形成して異方性導電膜を利用したフェースダウン方式によってICチップと接続されていた

これら従来の非接触ICカードに対し、本発明の非接触ICモジュール30はコイル34が小さいために通信距離が短く、そのままでは従来と同様の応用システムには利用出来なかった。

本発明によれば、ブースター部20を非接触ICモジュール30に近傍配置することにより非接触ICモジュール30の通信距離を延長している。なお、コイル34がICチップ32と別個に形成されてそれと接続されて一つの基板31に搭載されている図1に示す非接触ICモジュール30は、

コイル34がICチップ32と一体の図12に示す非接触ICモジュール30Aに置換されても良い。この場合、基板31をなくすこともできる。

いずれにしても、コイル34はICチップ32と同一基板31上に配置されるかICチップ32と一体化される。内蔵されるコイルの様子は、例えば、図8において、ICチップ32をIC

のアクティブ素子領域、基板31をICチップ基板とみなした構造として理解される。また、上述したようにコイル22とコイル34は非接触で通信することができるから、本発明非接触ICモジュール30は、従来のようにカードに組み立てることなく、基板31又はICチップ32A単独で、その機能や性能を検査することができる。

従来の非接触ICカードでは、ICチップとアンテナコイルが別々に製造及び検査されて、カードに実装された後に、互いに接続されていた。

その後に、全体としての機能や、性能を検査する必要があった。したがって、従来の非接触ICカードは、ICチップとアンテナコイルをカードに実装して接続するまでは、全体としての機能、性能の検査が出来なかったため、製造効率が悪かった。

これに対して、本発明の非接触情報媒体10は、それ単体として機能検査が可能であり、従来の非接触ICカードよりも改善された製造効率を有する。

また、本発明は、非接触 I C モジュール 30 単体として、またブースター部 20 と組合せた構成の何れの形でも独立機能をもつ商品とできる。即ち、非接触 I C モジュール 30 は、それ自体の形状や、

→ 所望の形状を有するパッケージ（成形体）に収納されることができる。従って、本発明の無線通信可能な I C チップは、I C カードや I C タグに限定されず、外部装置と無線通信を行う装置に広く適用することができる。以下、かかる実施例を図 13 乃至図 17 を参照して説明する。

図 13 は、本発明の樹脂成形体 50 の断面図である。図 14 は、図 13 に示す樹脂成形体 50 からコイル形成部 52 を取り除いた本発明の樹脂成形体 50 A の断面図である。図 15 は、図 14 に示す樹脂成形体 50 A の変形例である本発明の樹脂成形体 50 B である。図 16 は、図 14 に示す樹脂成形体 50 A の更に別の変形例である本発明の樹脂成形体 50 C である。図 17 は、図 13 に示す樹脂成形体 50 の変形例である本発明の樹脂成形体 50 D である。

図 13 に示す本発明の樹脂成形体 50 は、ポピン形状に成形された樹脂 54 を有してその内部に図 12 に示すオンチップ^(チップ)コイル I C 32 A を収納しており、オンチップ^(チップ)コイル I C 32 A のパッケージとして機能する。また、くびれた側面はコイル形成部 52 として、そこにコイル 22 が巻かれる。樹脂成形体 50 はコイル形成部 52 にコイル 22 を支持している。なお、同図において、コイル 22 が 3 回巻かれているのは例示的である。樹脂 54 は、オンチップ^(チップ)コイル I C 32 A を封止して保護する機能を有する。コイル 22 とオンチップ^(チップ)コイル I C 32 A の配置は、実質的に図 11 に示す両者の関係と同様であり、両者は電磁結合されている。
(図 9, 図 10 及び)

オンチップ^(チップ)コイル I C 32 A は、樹脂成形体 50 に封入されているため、ベアチップの取り扱いに伴う破損や検査などの問題がない。樹脂成形体 50 は、加工

しやすい樹脂に覆われているために、種々の要求に適合した形状、大きさにおいて本発明の非接触情報媒体を提供することができる。例えば、車のキーの先端にブースター部20と共に埋め込んで車内にリーダライタ1とそれに接続された処理装置を設けることにより、処理装置は、オンチップコイルIC 32Aの図示しないメモリに格納されたID情報をリーダライタ1から得て、これを所定の方法でチェックすることにより、所有者又は許可された者が運転しようとしているかどうかを判断することができる。これにより、樹脂成形体50は、盗難防止機能を達成することができる。その際、樹脂成形体50は車のキーの形状に適合する任意の形状、大きさに加工することができる。

図14に示す樹脂成形体50Aは、図13に示す樹脂成形体50の形状を円筒状に変形してコイル形成部52を取り除いたものに対応している。図13においてはコイル22がコイル形成部52に巻かれて支持されるが、図14に示す樹脂成形体50Aは、例えば、図9又は図11に示すような配置において使用することができる。

図15に示す樹脂成形体50Bは、図14に示す樹脂成形体50Aがポリイミドからなる基板31を含むものに対応している。樹脂成形体50Bの機能や使用方法については、図14に示す樹脂成形体50Aと同様である。理解されるように、かかる樹脂成形体50Bはピン（^{（支持しない）}）と独立したIC（^{（新概念の）}）として機能する。
（電源や入出力）

樹脂成形体50Bに示す基板31は単なる支持台と同様の機能を有するに過ぎないが、これは図16に示すようにリードフレーム35と交換することも可能である。リードフレーム35はテスト端子（ピン）などを含んでおり、組み立て時の検査に供することができるという長所を有する。即ち、図16に示す樹脂成形体50Cはピンを有する独立したICパッケージとして機能する。検査終了後にはリードフレーム35の端面が切断される。即ち、図16に示す樹脂成形体50Cにおけるリードフレーム35は切断前の状態を示しており、突出しているリー

ドフレーム 35 は、必要な検査の終了後に樹脂成形体 50C の端面（図 16 においては左右の端部）において切断される。もちろん選択的にリードフレーム 35 が突出状態で樹脂成形体 50C を使用してもよい。なお、リードフレーム 35 は支持台としての機能を有する点は基板 31 と同様であるため、図 15 に限らずその他の図においても基板 31 とリードフレーム 35 とは相互に置換可能である。

図 17 に更に別の樹脂成形体 50D を示す。樹脂成形体 50D は、図 13 に示す樹脂成形体 50 において、オン⁽⁴²²⁾コイル IC 32A を IC チップ 32 とコイル 34 に分けたもの（又は図 8 に示す IC チップ 32 とスパイラル平面コイル 36 との組合せ）に相当する。即ち、樹脂成形体 50D は樹脂成形体 50 よりも大きいコイルを有するために、樹脂成形体 50 よりも通信距離が長いという特長を有する。コイル 34 と IC チップ 32 はワイヤボンディング（又は TAB）線 38 により接続される。上述したように、リードフレーム 35 は基板 31 でもよい。

図 18 に、本発明の別の実施例である非接触情報媒体 10C のブロック図を示す。非接触情報媒体 10C は、ブースター部 20 の代わりにブースター部 20C を有しているという点において、図 1 に示す非接触情報媒体 10 と相違している。ブースター部 20C は、コイル 22 に加えてコイル 29 を有するという点でブースター部 20 と相違している。

本実施例のブースター部 20C によれば、コイル 22 がリーダライタ 1 と交信し、コイル 29 が非接触 IC モジュール 30 のコイル 34 と交信する。コイル 29 はコイル 34 と電磁結合されていてコイル 34 と非接触に交信する点は図 1 のコイル 22 と同様である。

この場合、コンデンサ 24 とコイル 22 との配置は、図 18 に示す LC 直列共振回路であっても図 19 に示す LC 並列共振回路であってもよい。この場合、図 18 におけるコイル 29 と 34 は LC 直列共振回路の電流を変換して IC チップ

32に伝達する電流トランス機能を有する。一方、図19におけるコイル29と34はLC並列共振回路の電圧を変換してICチップ32に伝達する電圧トランス機能を有する。

以下、本発明の非接触情報媒体10の製造方法について説明する。ブースター部20の構成は単純にコイル（又はアンテナ）などからなる通信部とコンデンサからなり、当業者であればその製造方法は上述の説明から理解できると思われるので省略する。

また、非接触ICモジュール30は、上述したように、コイル34の大きさが小さく基板31に実装されるという以外は従来の非接触ICカードの製造方法と原則として同様である。但し、本発明の非接触ICモジュール30は、それ自体ユニット化されており、また、ブースター部とは非接触であるために、非接触メモリ素子30単体で通信性能、処理性能、記憶性能、接続状態などが実装前に検査可能である。従って、かかる検査に合格した非接触メモリ素子30のみを実装すればよいという点において従来の非接触ICカードの製造方法よりも製造効率が低い。

例えば、非接触ICモジュール30は、図17に示すようにハイブリッドIC技術を利用してアンテナ回路を形成することができる。かかる方法によれば、基板31又はリードフレーム35にアンテナ回路34を形成し、その後、ICチップ32が搭載されてワイヤボンディング（又はTAB）により両者は接続される。

以下、本発明の特徴の一つであるオンチップコイルIC32Aの製造方法について説明する。本発明のオンチップコイルIC32Aの製造方法は、図20に例示したICチップ32を製造する基本工程にしたがって、製造することができるという特徴を有する（モノリシック方式）。

ここで、コイル34は、図20における配線工程105において、配線パターンと同様のマスクに、内蔵される（アンテナ）コイルのパターンを追加することで形成される。

上記配線工程によりコイル形成する場合を図21及び図22に示す。図21は、内蔵コイルを図8に示すような単純なスパイラル平面コイルとして形成して、配線とコイルを2層メタルで構成したオンチップコイルIC 60の要部断面を示している。図22は、例えば、内蔵コイルを複スパイラルコイルとして形成して、配線とコイルを3層メタルで構成したオンチップコイルIC 90の要部断面を示している。なお、図22においては、ウェル、ソース、ゲート、ドレインその他の構成要素間の配線や平坦化の手法が省略されているが、これらは当業界で周知の技術から容易に理解されるものである。各メタル層は、主としてアルミニウムから構成されるが、信頼性向上のためなどの理由から他の元素を少量含んだ合金とすることが好ましい。これは後述する全てのメタル層に適用する。

図22を参照するに、オンチップコイルICチップ90は、巻数の多いコイル（複スパイラルコイル）に適用される3層メタルを示している。基板、ウェル、ソース、ドレイン、ゲート等を含むデバイスの主要部分91上に、3層のメタル層92、94及び96と、層間膜93、95及び97が形成されている。また、上部には保護膜98が形成されている。各メタル層は接続部100、102、104及び106において相互にあるいは主要部分91に接続されている。

本発明によるオンチップコイルICの製造方法は、もちろん上述したモノリシック方式に限定されるものではない。例えば、通常のベアチップICの入出力ピンへの配線を方式を利用して形成されても良い。すなわち、ここではピンへの配線パターンが、そのままコイルとなったものに相当する。

さらに、オンチップコイルの別な製造方法について説明する。本方法は、CSP (chip scale package) 技術として使用されている ICチップのパッケージング技術を応用するものである。すなわち、ICウェハのままの状態のパッケージング工程まで行うウェハスケールインテグレーションの特徴技術であり、チップ面上に入力ピンや配線層を形成するものである。

この配線方式における再配線層 ^{アンテナを形成することが可能} ~~を利用して~~ である。図23は、かかる方式により製造されたオンコイルICチップ110の要部断面を示している。この場合、図20における配線工程105の終了後に、一通り完成したIC回路111上に更に絶縁層112が形成される。次いで、絶縁層112上にメタル層114が形成され、これがパターンニングされてアンテナ回路を形成する。アンテナ回路と下層のIC回路111の各端子とは、絶縁層112に設けられたスルーホール116を通り、予め各端子上に形成されたアルミニウムパッド118を介して接続される。なお、完成品は、図13乃至17に示すように、樹脂成形体120に成形されることができる。

なお、メタル層114の形成、パターンニングには、エッチングの他のメッキ技術により、より厚く抵抗の小さな導体パターンを形成する方法が有効である。

もちろん、別方法として図24に示すように、ICチップ32にバンプなどの実装用端子132を形成し、ICチップ32をアンテナコイル134と接続しても良い。

別方法として
もちろん、図24に示すように、ICチップ32にバンプなどの実装用端子132を形成し、ICチップ32を ^{アン} ~~チップ~~ アンテナコイル134と接続してもよい。図24はかかる構成を有するオン ^{チップ} コイルIC ~~チップ~~ 130の要部断面を示している。異方性導電膜136をバンプ132とコイル134との間に選択的に設けてもよい。また、完成品は、図13乃至17に示すように、樹脂成形体140に成形されることができる。

次に、本発明の非接触ICモジュール30の検査方法を図25を参照して説明

する。図 25 は、非接触 IC モジュール 30 を従来の接触子の代わりに非接触プローブ（アンテナ）152 を用いて検査する本発明の検査方法及び検査システム 150 を説明するための斜視図である。

チップへの製造コードの書き込みや初期データの書き込み等を含めた

まず、非接触 IC モジュール 30 が形成されているウエハ 151 に対し、非接触プローブ 152 を結合させる。送受信信号は、プローブ 152 に接続された送受信回路 154 を経てリーダライタ 156、および選択的にリーダライタ 156 に接続された外部処理装置に送信されて、その機能や性能のテストを実行するとともに必要なデータの書き込みを行う。

このように本発明の検査方法によれば、従来は IC にプローブを接触して行っていた検査を非接触で行うことができ、接触に伴う IC の損傷などを防止することができると共に、微小な端子にプローブを接触させる必要がないので検査が容易になる。更に、本発明で使用するプローブは従来のプローブよりも大きくてもよく、微小なプローブを製造する必要がない。

本発明の非接触情報媒体 10 の製造方法によれば、かかる非接触検査法をウエハ状態のまま実施でき、かつこれは非接触 IC モジュールとして完成した機能であるから、検査をここでの一回のみとすることができる。

以下、本発明の非接触情報媒体 10 の動作について説明する。図 1 を参照するに、本発明の非接触情報媒体 10 は、非接触 IC カードや IC タグと同様に様々な多目的用途が見込まれている。これらの分野には、金融（キャッシュカード、クレジットカード、電子マネー管理、ファームバンキング、ホームバンキングなど）流通（ショッピングカード、商品券など）、医療（診察券、健康保険証、健康手帳など）、交通（ストアードフェア（SF）カード、回数券、免許証、定期券、パスポートなど）、保険（保険証券など）、証券（証券など）、教育（学生証、成績証など）、企業（ID カードなど）、行政（印鑑証明、住民票など）などが含まれる。

以上の実施例においては、ブスター部20を非接触ICモジュール30と一体化した構造について述べてが、さらに、上記ブスターと同様の機能をもつ新たなブスターを独立備えることにより、新たな効果を得ることができる。

以下、添付図面26-34を参照して、上記新たなブスター機能を持つ通信補助装置230を備えた、本発明の通信システム201を説明する。

なお、各図

において、同一の参照番号を付した部材は同一部材を表すものとし、また、同一の参照番号にアルファベットを付した部材は対応する変形部材を表すものとし、重複説明は省略する。また、特にことわらない限り、参照番号はアルファベットの付いた同一の参照番号の全てを総括しているものとする。

図26に本発明の別の実施例の通信システム201の構成を示す。同図に示すように、本発明の通信システム201は、非接触情報媒体210と、外部装置220と、通信補助装置230とを有する。本実施例では、非接触情報媒体210の典型例として非接触ICカードを用い、外部装置220の典型例としてリーダライタを用いている。従って、参照番号210及び220はこれらを総括している。なお、より詳細には、図26に示す外部装置220は後述する外部装置220のアンテナ部224である。



非接触ICカード210は、図27乃至図29に示すように、基材212に、アンテナコイル214とICチップ216とを有する。ここで、図27は非接触ICカード210の構成を示すブロック図である。

さらに、非接触ICカードとしては、図1に示すブスター20を内蔵した構成であっても良い。

図27は、アンテナコイル214を概念的に示しており、実際の非接触ICカード210においてはアンテナコイル214は、例えば、図28に示すように、ICチップ216を取り囲むように形成されている。ここで、図28は非接触ICカード210の模式的概略図である。

なお、非接触ICカードとして、図1の構成とした場合には、図28のコイル214は図1のブスターのコイル22に相当する。

また、図29は、ICチップ216各部のより詳細なブロック図である。基材212は、例えば、プラスチックから構成される。

図27を参照するに、ICチップ212は、電源回路302と、送受信回路304と、メモリ308と、 ロジック制御回路306と、図示しないクロックとを  内蔵している。また、ICチップ216の詳細を示している図29を参照するに、電源回路(P S)302にはリセット信号発生回路320が接続されており、リセット信号発生回路320はロジック制御回路306のリセット端子(R S T)に接続されている。送受信回路304は、検波器(D E T)310、変調器(M O D)314、復号器(D E M)316及び符号器(E N C)318を含んでいる。復調器316と符号器318は、それぞれロジック制御回路306のデータ端子D I及びD Oに接続されている。

チップ216は、各種タイミング信号を生成するタイミング回路（TIM）312とキャリア周波数 f_c を分周してサブキャリア周波数を生成する分周器322を更に有している。タイミング回路312はロジック制御回路306のクロック端子（CLK）に接続されている。ロジック制御回路306はメモリ端子（M）を介してメモリ308に接続されている。

非接触 IC カード 210 は上述したようにバッテリーを内蔵しておらず、電源回路 302 はアンテナ 214 が受信した電波（キャリア周波数 f_c ）から電磁誘導によって IC チップ 216 各部に使用される動作電力 VDD を生成する。また、動作電力 VDD が生成されるとリセット信号発生回路 320 はロジック制御回路 306 をリセットして新規な動作の準備をする。また、キャリア周波数 f_c は分周器 322 にも供給される。分周器 322 の m は例えば 16 や 32 などに設定される。分周器 322 はタイミング回路 312 に接続されており、タイミング回路 312 によって生成されるタイミング信号（クロック）に同期して後述するサブキャリア周波数 f_s を生成する。

送受信回路304の受信部は、検波器310と復調回路316より構成されている。受信したキャリア周波数 f_c の信号は検波器310によって検波されて復

調回路316によりデータが再生され、ロジック制御回路306に送られる。

送受信回路304の送信部は、変調器314と符号器318より構成されている。変調器314や符号器318には当業界で周知のいかなる構成をも使用することができる。データを送信するために搬送波を送信データに応じて変化させてコイル214に送信する。変調方式には、例えば、キャリア（搬送）周波数の振幅を変えるASK、位相を変えるPSKなどを使用することができるが、本実施例ではいわゆる負荷変調を使用している。

さらに、サブキャリアを使った負荷変調方式とする。すなわち、キャリア（搬送波）の振幅がサブキャリア周波数にしたがってその振幅が変調されることになる。

上述したように、本実施例は、キャリア周波数 f_c （例えば、13.56 MHz）を分周器322によって分周することによってサブキャリア周波数 f_s （例えば、847.5 kHz = $f_c / 16$ ）を生成している。

但し、他の方法によりサブキャリアを生成してもよい。

サブキャリア周波数 f_{sc} はキャリア周波数 f_c よりも十分低い。符号器318は、送信されるべきデータDOを所定の符号（例えば、マンチェスター符号化やPSK符号化など）で符号化（ビットエンコーディング）した後にサブキャリア周波数 f_s で変調され、リーダライタ220に向けて送信される。マンチェスター符号を用いた負荷変調波形の一例を図30に示す。
(Manchester)

サブキャリア周波数 f_{sc} を利用することにより送信データは非接触情報媒体210の動作電力の源であるキャリア周波数 f_c からの干渉を回避することができるので通信の信頼性が向上する。

変調器314や復調器316はロジック制御回路306によって制御されて、タイミング回路312によって生成されるタイミング信号（クロック）に同期して動作する。ロジック制御回路306はCPU^{（も使用しても）}を実現することができる。メモリ308はデータを保存するROM、RAM、EEPROM及び／又はFRAM等から構成される。非接触ICカード210はリーダライタ220とかかるデータに基づいて交信したり、ロジック制御回路306は所定の処理を行うことができる。例えば、メモリ308は、ID情報や所定額の電子マネーなどの価値や取引記録その他を格納することができ、ロジック制御回路306は所定の処理を実行する。

なお、これらの構成要素の構成や動作は当業者には容易に理解できるため詳しい説明は省略する。

アンテナコイル214は、通信補助装置230との位置関係、その他の条件に応じて所望の寸法、形状、自己インダクタンス、相互インダクタンスを有する。例えば、上から見た場合にアンテナコイル214の形状は円形、四角形、楕円形など所望の形状を有することができる。

リーダライタ220は、図31に示すように、制御インタフェース部222とアンテナ部224とを有しており、両者はケーブル226により接続されている。ここで、図31はリーダライタ220の構成を示すブロック図である。リーダライタ220は、キャリア周波数 f_c を有する電波Wを非接触ICカード210へ送信及びから受信し、無線通信を利用して非接触ICカード210と交信する。なお、電波Wは任意の周波数帯のキャリア周波数 f_c （例えば、13.56MHz）を使用することができる。リーダライタ220は、制御インタフェース部222を介して更なる図示しない外部ホスト装置（処理装置、制御装置、パーソナルコンピュータ、ディスプレイなど）に接続されている。

制御インタフェース部222は、送信回路（変調回路）402と、受信回路（復調回路）404と、コントローラ406とを内蔵している。送信回路402は、更なる外部ホスト装置からのデータを、キャリア周波数 f_c を利用して変調することにより、伝送信号に変換してアンテナ部224に送信する。

リーダライタ220から非接触ICカード210へのデータ送信にはキャリア周波数 f_c をModified Miller等の変調方式を利用することができる。

受信回路404はアンテナ部224を通じて非接触ICカード210から

の信号を復号してデータを得て、図示しない更なる外部ホスト装置に送信する。

図32はリーダライタ220における、アンテナコイル412などを模式的に示す。

なお、当業者は、送信回路402、受信回路404及び駆動回路408及び410の動作や構成はを容易に理解して実現することができるので、ここでは詳細な説明は省略する。

アンテナ部224は、例えば、図32に示すようなアンテナコイル412と整合回路414とを有する。

次に、本発明の通信システム201において、通信補助装置230について説明する。まず、通信補助装置230の基本構成は図1のブースター部20と全く同一の構成であり、ブースター部のみを独立化したものである。図33から図34は図1のブースターと同一構成であるが、但し、通信補助装置としては、ブースター回路の共振回路の共振周波数をキャリア周波数 f_c とするものと、サブキャリア周波数 f_{sc} とするもの、及び両者を備えたものとして

通信補助装置230は、

非接触情報媒体210とリーダライタ220との通信距離の制約を緩和する、すなわち通信領域を拡大すると言う効果を持つ。

かかる通信方法は、リーダライタ220のアンテナ部224のアンテナコイル412の法線方向に通信補助装置230のアンテナコイル232の法線方向を一致させるように通信補助装置230を配置することである。

リーダライタ220と通信補助装置230との距離 d は、通信補助装置230がリーダライタに電磁結合されるように、この距離の範囲内で変化する。

(このうち、サブキャリア f_{sc} 成分を増強する機能は)

通信補助装置230は、リーダライタ220から非接触ICカード210にデータを送信する際には実質的には使用されない。これはリーダライタ220が上述したようにキャリア周波数 f_c により送信データを変調し、この送信データは通信補助なしで非接触ICカード210まで送信されることが可能だからである。従って、通信補助装置230は、サブキャリア周波数 f_{sc} により送信データが変調される非接触ICカード210からリーダライタ220へのデータ送信時において、非接触ICカード210から転送される電波Wを中継してリーダライタ220へそれを転送するように動作する。

通信補助装置230は、非接触情報媒体210とリーダライタ220との間に配置されることを要せず、非接触情報媒体210の真上に配置されてもよい。

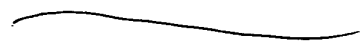
通信補助装置230は、図33に示すように、自己インダクタンス L のアンテナコイル232と静電容量 C の共振コンデンサ234を有している。図33に示す回路の共振周波数 f_r は、 $(1/2\pi)(LC)^{-1/2}$ となる。かかる共振周波数 f_r の値をサブキャリア周波数 $f_{sc}(=f_c/m)$ に一致させれば、図32に示す回路は f_{sc} に共振して送受信コイル232や共振コンデンサ234に大きな共振電流を流すことができ、また、かかる共振電流を非接触的に非接触ICカード210又はリーダライタ220に供給することができる。しかし、実際の回路においては素子の誤差から $(1/2\pi)(LC)^{-1/2}$ をキャリア周波数 f_c に一致させることができない場合もある。そこで、このような場合でも同調の効果を得るために、複数の共振回路から構成される複同調回路を使用してもよい。

(帯域の拡大をはかって)

以上の説明では、通信補助装置230はサブキャリア周波数 f_s を増強、拡大してそれにより変調された送信データの通信距離を拡大している。しかし、キャリア周波数 f_c を同様に増強、拡大する通信補助装置を上述した通信システムに組み合わせることによりリーダライタ220と非接触ICカード210との本来の最大通信距離を延長することができる。従って、非接触情報媒体としてオンコイルICなど通信距離の短いものを使用された場合にも本発明を適用することができる。

以上、本発明の好ましい実施例について説明したが、本発明はこれらの実施例に限定されないことはいうまでもなく、その要旨の範囲内で種々の変形及び変更が可能である。

例えば、非接触ＩＣモジュール３０をブースター部２０と分離可能なユニットとして構成することができる。かかるユニットはリーダライタ１と機械的に係合可能であり、かかる機械的係合があることを条件に非接触ＩＣモジュール３０はアンテナ部３と直接的かつ非接触に交信することもできる。

例えば、非接触情報媒体１０は電波  によってデータをリーダライタ１と交換するので盗聴される可能性がある。また、ポケットに入った非接触情報媒体１０にリーダライタの機能を果たす装置を近づけるとＩＣチップ３２と交信してしまいＩＣチップ３２に格納された価値、例えば、電子マネー、が取られる可能性もある。そこで、決済用途に使用する場合はリーダライタ１との通信距離を微小にして密着型で行うことにすればシステムセキュリティを高めることができる。

（実施例の）

本発明の非接触情報媒体によれば、微小なコイルなどの通信手段を有する無線通信可能な非接触ＩＣモジュールはその通信距離がブースター部により所望の距離まで延長される その適応領域が拡大できる。

また、非接触ＩＣモジュール単体は、基材に実装される（成形体にされる場合も含む）前に、（その処理、記憶、通信機能などの）動作性能が検査できるため、例えば、従来の非接触ＩＣカードに比較して製造効率を向上することができる。

さらに、ウエハー状態のままで、上記が可能となることの効果は絶大である。

また、非接触ＩＣモジュールは、それ自体あるいはパッケージ化されることによって、その用途がカードやタグに拘らず、様々な用途に合わせて様々な形状と大きさに加工されることができる。

更に、非接触 I C モジュールは、少なくとも I C チップとそれに接続されたコイルなどの通信手段を有するもののそれ以外の構成要素が組み込まれることを排除するものではない。

また、I C チップとコイルを使用する非接触 I C モジュールは、コイルを I C チップが積載された基板上に配置してもよいし、

コイルを I C チップと一体化してオンチップコイル I C としても良い。そして、かかるオンチップ I コイル I C は I C 及びパッケージング製造工程と同様の工程で製造することができる。

(実施例の)

もっとも、本発明の製造方法は、図 2 3 や図 2 4 を参照して上述したように、別工程を採用してもよい。

(実施例の)

更に、本発明の検査方法及びシステムは非接触的に非接触 I C モジュールを検査することができるので、通常の検査方法よりも容易かつ安価であり、また、I C を損傷することもない。

本発明の一つの側面による通信システム及び通信補助装置によれば、

非接触情報媒体と外部装置との通信を中継することができるので、非接触情報媒体は外部装置と直接に交信できなくても通信補助装置を介

して外部装置とのみ交信できればよく、非接触情報媒体及びそのユーザーにとって、適応領域が拡大する。

本発明の第 2 の側面の通信システムにおいても第 2 の通信補助装置が同様の効果を達成することができるが。

BOOK REVIEW

1. 外部装置と電磁誘導を利用して無線通信をすることができる

当該ブースター部に非接触に電磁結合されて当該ブースター部と無線通信する

2. 前記非接触 IC モジュールは、

IC素子と、

当該 I C 素子に接続されると共に、前記外部装置により前記第 1 のコイルに生

3. 前記第2のコイルは前記IC素子と一体に樹脂で封止されて

4. 前記非接触情報媒体は、前記 I C 素子はメモリ部を有する讀

前記ブースターは、前記外部装置が送信するキャリア周波数に、上記

6. 前記ブースター部は、前記第1のコイルと直列共振回路を形

7. 前記ブースター部は、前記第1のコイルと並列共振回路を形

8. 前記第1のコイルと前記第2のコイルは互いの磁束の方向が

9. 前記非接触情報媒体は支持体を更に有し、当該支持体の一面

に前記第 1 のコイルを配置し、前記支持体の他面に前記第 1 のコイルに対向して前記第 2 のコイルを配置する請求項 1 記載の非接触情報媒体。

10. 前記非接触情報媒体は前記第 1 のコイルの内部に前記第 2 のコイルを配置する請求項 1 記載の非接触情報媒体。

11. 前記ブースター部は、第 1 のコイルに生じた誘導電流を受け取ると共に前記第 2 のコイルと電磁結合されている第 3 のコイルを更に有する請求項 1 記載の非接触情報媒体。

12. 第 1 の通信距離を有して外部装置との間で無線通信することができる第 1 の通信部を有するブースター部と、

当該ブースター部と無線通信することができる非接触 IC モジュールとを有する非接触情報媒体であって、

前記非接触 IC モジュールは、

IC 素子と、

当該 IC 素子に接続されると共に、前記第 1 の通信距離よりも短い第 2 の通信距離を有して前記第 1 の通信部と無線通信をすることができる第 2 の通信部とを有する非接触情報媒体。

13. 前記非接触 IC モジュールは、前記 IC 素子と前記第 2 の通信部とを載置する基板を更に有する請求項 12 記載の非接触情報媒体。

14. 前記第 1 の通信部は、フェライトバーアンテナを有する請求項 12 記載の非接触情報媒体。

15. 非接触 IC モジュールと、

当該非接触 IC モジュールを保護して所定の形状を有する成形体とを有する非接触情報媒体。

16. 前記成形体は、その内部を充填している樹脂を有する請求項 15 記載の非接触情報媒体。

17. 前記非接触 IC モジュールを載置する基板を更に有する請求項 15 記載の非接触情報媒体。

18. 前記基板はリードフレームから構成される請求項 17 記載の非接触情報媒体。

19. 前記成形体は前記非接触 I C モジュールの通信距離を延長するブースター部を前記非接触 I C モジュールに非接触的に結合することを可能にする結合部を有する請求項 15 記載の非接触情報媒体。

20. 前記成形体に接続されて、前記非接触 I C モジュールの通信距離を延長するブースター部を更に有する請求項 15 記載の非接触情報媒体。

21. I C 素子とアンテナとを有する無線通信可能な非接触 I C モジュールを形成する工程と、

当該非接触 I C モジュールの通信距離を延長して前記非接触 I C モジュールと外部装置との無線通信を可能にするブースター部を形成する工程と、

前記非接触 I C モジュールと前記ブースター部を非接触的に結合する工程とを有する非接触情報媒体の製造方法であって、

前記非接触 I C モジュールを形成する工程は前記 I C 素子の構成素子間を接続する配線工程を含む、

非接触情報媒体の製造方法。

22. 前記非接触情報媒体の製造方法は、

前記非接触 I C モジュールの性能を検査する工程と、

前記検査工程に合格した前記非接触 I C モジュールのみを基材に実装する工程を前記非接触 I C モジュールと前記ブースター部を非接触的に結合する工程の前に更に有する請求項 21 記載の非接触情報媒体。

23. 非接触 I C モジュールと非接触に交信することができる非接触プローブアンテナと、

当該非接触プローブアンテナに接続されて当該非接触プローブアンテナが前記非接触 I C モジュールから受信した信号に基づいて当該非接触 I C モジュールを検査する検査装置とを有する検査システム。

24. 非接触プローブアンテナを用いて非接触 I C モジュールと非接触に交信する工程と、

当該非接触プローブアンテナが前記非接触 I C モジュールから受信した信号に基づいて当該非接触 I C モジュールを検査する工程と、

前記検査工程において所定の要件を満足する前記非接触 I C モジュールのみを基材に実装する工程とを有する非接触情報媒体の製造方法。

25. 非接触情報媒体と、

キャリア周波数としての第 1 の周波数を有するキャリアを利用して前記非接触情報媒体と通信をすることができる外部装置と、

前記第 1 の周波数を利用して生成された当該第 1 の周波数とは異なる第 2 の周波数を増強することができ、前記外部装置に電磁結合された通信補助装置とを有する通信システム。

26. 前記第 1 の周波数はキャリア周波数であり、前記第 2 の周波数は前記キャリア周波数を分周することによって得られたサブキャリア周波数である請求項 25 記載の通信システム。

27. 前記外部装置は、前記非接触情報媒体に送信されるべき第 1 のデータを前記第 1 の周波数を利用してこれを変調することによって前記第 1 のデータを前記非接触情報媒体に送信する第 1 の送信部を有し、

前記非接触情報媒体は、前記外部装置に送信されるべき第 2 のデータを前記第 2 の周波数を利用してこれを変調することによって前記第 2 のデータを外部装置に送信する第 2 の送信部を有する請求項 25 記載の通信システム。

28 前記非接触情報媒体は第1のアンテナを有し、

前記外部装置は第2のアンテナを有し、

前記通信補助装置は前記第2のアンテナの法線方向に一致している第3のアンテナを有する請求項25記載の通信システム。

29. 前記非接触情報媒体は第1のアンテナを有し、

前記外部装置は第2のアンテナを有し、

前記通信補助装置は前記第2のアンテナの法線方向に対して傾斜している第3のアンテナを有する請求項25記載の通信システム。

30. 前記非接触情報媒体は第1のアンテナを有し、

前記外部装置は第2のアンテナを有し、

前記通信補助装置は第3のアンテナを有し、前記第1のアンテナは前記第2のアンテナの法線から離間した位置において前記第2のアンテナと前記第3のアンテナを介して通信を行うことができる請求項25記載の通信システム。

31 前記通信システムは複数の前記通信補助装置を有し、少なくとも当該通信補助装置の1つは他の通信補助装置のいずれか一つを介して前記外部装置に間接的に電磁結合している請求項25記載の通信システム。

32. 非接触情報媒体と、

キャリア周波数としての第1の周波数を有するキャリアを利用して前記非接触情報媒体と通信をすることができる外部装置と、

前記第1の周波数を増強することができ、前記外部装置に電磁結合された第1の通信補助装置と、

前記第2の周波数を増強することができ、前記外部装置に電磁結合された第2の通信補助装置とを有する通信システム。

33. 基材と、

外部装置が非接触情報媒体とキャリア周波数としての第1の周波数を有するキャリアを利用して前記非接触情報媒体と通信をすることができる場合に前記第1の周波数を利用して生成された当該第1の周波数とは異なる第2の周波数を増強することができ、前記基材に結合されると共に前記外部装置に電磁結合された通信部とを有する通信補助装置。

ABSTRACT OF THE DISCLOSURE

IC チップとコイルを有する非接触 IC モジュールにブースター部を介して端末と通信する非接触 IC モジュール。および、非接触情報媒体と外部装置との間でキャリア周波数（サブキャリア周波数）を利用して変調されたデータの通信距離を延長するシステムおよび係る通信に使用される通信補助装置。

09430136 102999
666207 98702760